

ANALISIS KANDUNGAN LOGAM BERAT Pb, Cu DAN Zn PADA DAGING DAN CANGKANG KERANG KEPAH (*Meretrix meretrix*) DI PERAIRAN BAGAN ASAHAN KECAMATAN TANJUNG BALAI ASAHAN

Oleh

Herrys V Silalahi¹⁾, Bintal Amin²⁾, Efriyeldi²⁾

¹⁾Mahasiswa Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Riau, Pekanbaru 28293

²⁾Dosen Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Riau, Pekanbaru 28293

ABSTRACT

This study was conducted in January 2014 in the waters of Tanjung Balai Asahan Subdistrict Bagan Asahan. The purpose of this study was to determine the content of heavy metals Pb, Cu and Zn that are present in flesh and shells by size, to determine the relationship of heavy metal content in the meat and shells of different sizes and to determine the feasibility of shellfish (*M. meretrix*) consumption. Content of heavy metals Pb, Cu dan Zn in shellfish (*M. meretrix*) was analyzed by the dry method used by *et all.* (2003) The results showed that Pb content in the shell was higher than in the flesh (sig.<0.05), while Cu and Zn higher in the flesh than in the shell (sig.<0.05). Based on body size, Pb in flesh was higher in medium size (1.16 mg/g) and for the other metals were higher in larger size, namely Cu (24.57 mg/g) and Zn (1619.17 mg/g). In the shell, for Pb and Cu were higher in larger size, namely Pb (5.50 mg/g) and Cu (12.33 mg/g), while Zn was higher in small size (434.58 mg/g).

Keywords: Pb, Cu and Zn; *M. meretrix*; Bagan Asahan

PENDAHULUAN

Tanjung Balai Asahan merupakan salah satu daerah pesisir yang terletak di Pantai Timur Sumatera Utara. Perairan ini memiliki potensi yang sangat besar terutama dari hasil perikanan laut salah satunya adalah kerang. Tanjung Balai Asahan ini, juga terkenal sebagai kota pengekspor kerang terbesar ke luar negeri seperti Jepang, Hongkong, Vietnam, Korea Selatan, Singapura, USA, Kanada, Australia dan Maroko. Hal inilah yang menjadikan kota Tanjung Balai mendapat julukan sebagai kota kerang.

Bagan Asahan merupakan salah satu desa penghasil kerang di Kecamatan Tanjung Balai Asahan. Wilayah pesisir Bagan Asahan berada di dekat muara Sungai Asahan dan berhadapan langsung dengan Selat Malaka. Hal ini akan mengakibatkan buangan

limbah antropogenik dari muara sungai akan tertampung ke perairan Bagan Asahan. Masuknya limbah yang dibawa oleh aliran sungai, diperkirakan akan mengandung logam berat, salah satunya Pb, Cu dan Zn. Masuknya logam-logam tersebut ke perairan, akan memungkinkan biota laut yang berada di perairan tersebut khususnya kerang kepah (*M. meretrix*) akan mengakumulasi logam berat di dalam tubuhnya.

Menurut Pagoray (2001) bahwa pertimbangan penggunaan kerang sebagai indikator biologis adalah karena jenis tersebut hidup menetap (*sessile*), organism penyaring makanan (*filter feeder*) dan mempunyai sipat mengakumulasi bahan-bahan pencemar seperti pestisida, hidrokarbon, logam berat dan lain-lain ke dalam jaringan tubuh.

Dari penjelasan diatas perlu diperhatikan kesehatan masyarakat yang mengkonsumsi kerang kepah (*M. meretrix*) khususnya di Desa Bagan Asahan ini. Oleh sebab itu peneliti tertarik untuk melakukan penelitian tentang analisis kandungan logam berat Pb, Cu dan Zn pada daging dan cangkang kerang kepah (*M. meretrix*) di perairan Bagan Asahan Kecamatan Tanjung Balai Asahan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kandungan logam berat Pb, Cu dan Zn yang terdapat pada daging dan cangkang berdasarkan ukuran, mengetahui hubungan kandungan logam berat Pb, Cu dan Zn pada daging dan cangkang dengan ukuran kerang kepah (*M. meretrix*) dan mengetahui tingkat kelayakan konsumsi kerang kepah (*M. meretrix*) dari perairan Bagan Asahan. Hasil ini nantinya dapat memberikan informasi tentang kandungan logam berat Pb, Cu dan Zn pada kerang kepah (*M. meretrix*) di perairan Bagan Asahan, khususnya sebagai pertimbangan layak atau tidaknya kerang ini untuk dikonsumsi secara aman.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari 2014 di perairan Bagan Asahan. Sampel didapat pada saat surut menggunakan tangan. Jarak pengambilan sampel ke laut dari garis pantai ± 200 meter. Kerang kepah diambil sebanyak 45 sampel, kemudian dibagi dalam 3 (tiga) kelompok. Untuk ukuran besar (37-45 mm), ukuran sedang (24-31 mm) dan ukuran kecil (18-23 mm). Masing-masing kelompok terdiri dari 15 individu dan termasuk ulangannya. Sampel yang telah dipisahkan dimasukkan ke dalam *ice box* yang sudah diberi es. Setelah di laboratorium, sampel dipindahkan dan disimpan dalam

freezer, tujuannya untuk mencegah terjadinya kerusakan pada sampel. Analisis kandungan logam berat dilakukan dengan metode kering berdasarkan prosedur Yap *et al.* (2003). Analisis kandungan logam Pb, Cu dan Zn menggunakan AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometer*) PERKIN ELMER model 3110 di Laboratorium Terpadu Jurusan Ilmu Kelautan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Riau.

Untuk mengetahui tingkat keamanan dalam mengonsumsi kerang kepah (*M. meretrix*), dilakukan pendugaan resiko konsumsi melalui perhitungan PTWI (*Provisional Tolerable Weekly Intake*). The Joint FAO/WHO *Expert Cocmitte Of Food Additives* (2004) menyatakan PTWI tergantung pada jumlah, jangka waktu konsumsi dan tingkat kontaminasi makanan yang dikonsumsi oleh manusia.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Kondisi Umum Daerah Penelitian

Secara geografis Desa Bagan Asahan berada di kawasan Pantai Timur Sumatera, terletak pada posisi $3^{\circ}00'00''$ - $3^{\circ}2'30''$ LU dan $99^{\circ}50'00''$ - $99^{\circ}52'30''$ BT dengan luas wilayah ± 300 Ha dan curah hujan rata-rata 2800-3100 mm pertahun. Bagan Asahan mempunyai batas-batas wilayah: sebelah utara berbatasan dengan Selat Malaka, sebelah Selatan berbatasan dengan Bagan Asahan Pekan, sebelah Barat berbatasan dengan Asahan Mati dan sebelah Timur berbatasan dengan Sungai Asahan. Bagan Asahan memiliki pelabuhan berhadapan langsung dengan perairan Selat Malaka, yang digunakan untuk melayani komoditi dominan sebagai sarana transportasi laut.

Pengukuran parameter kualitas perairan dilakukan untuk kelengkapan data sebagai gambaran umum keadaan perairan Bagan Asahan. Hasil pengukuran yang dilakukan pada saat turun kelapangan, didapat untuk kecerahan 0,3 m, suhu air 28,6-28,9 $^{\circ}\text{C}$, derajat keasaman 7, salinitas 22,50-23,60 $^{\circ}/_{00}$ dan kecepatan arus 0,18 m/det (Tabel 1).

Table 1. hasil Pengukuran Parameter Kualitas Perairan

No	Parameter yang diukur	Nilai
1	Kecerahan (m)	0,30
2	Suhu ($^{\circ}\text{C}$)	28,60-28,90
3	Derajat keasaman	7
4	Salinitas ($^{\circ}/_{00}$)	22,50-23,60
5	kecepatan arus (m/det)	0,18

Sumber: Data Primer

Waldichuk *dalam* Rudiyantri (2007) menyatakan faktor yang mempengaruhi tingkat akumulasi logam berat adalah jenis logam berat, jenis atau ukuran organisme, lama pemaparan, serta kondisi lingkungan perairan seperti suhu, Ph dan salinitas. Vernberg *et al.* (1974), menunjukkan bahwa kenaikan suhu, penurunan *pH*, dan penurunan salinitas perairan menyebabkan tingkat bioakumulasi semakin besar.

2. Kandungan Logam Pb, Cu dan Zn Berdasarkan Bagian Tubuh

Kandungan logam Pb tertinggi terdapat pada cangkang ($3,73 \mu\text{g/g}$) dan yang terendah pada daging ($1,06 \mu\text{g/g}$). Pada Cu dan Zn tertinggi pada daging yaitu logam Cu ($19,60 \mu\text{g/g}$) dan Zn ($1224,60 \mu\text{g/g}$), sedangkan untuk cangkangnya, Cu ($12,24 \mu\text{g/g}$) dan Zn ($399,34 \mu\text{g/g}$) (Tabel 2).

Tabel 2. Kandungan (Rata-rata \pm Standar Deviasi) logam Pb, Cu dan Zn Berdasarkan Bagian Tubuh Kerang Kepah (*M. meretrix*).

Bagian Tubuh	Kandungan Logam ($\mu\text{g/g}$)		
	Pb	Cu	Zn
Daging	$1,06 \pm 0,33$	$19,60 \pm 8,89$	$1224,60 \pm 221,71$
Cangkang	$3,73 \pm 2,49$	$12,24 \pm 0,71$	$399,34 \pm 133,63$

Sumber: Data Primer

Kandungan Pb terbesar terdapat dibagian cangkang, hal ini terjadi karena sifat dari logam berat itu sendiri. Logam Pb adalah logam yang bersifat non esensial, dimana logam tersebut akan mengalami peningkatan konsentrasi didalam jaringan seiring dengan kenaikan logam berat dalam badan perairan (Darmono *dalam* Japaruddin, 2010).

Logam Zn merupakan kandungan logam yang lebih besar jumlahnya jika dibandingkan dengan Pb dan Cu. Zn sangat dibutuhkan bivalva di dalam perkembangan dan pertumbuhan metabolismenya. Sanusi (2006), logam yang bersifat esensial dibutuhkan organisme dalam pembentukan heamosianin dalam sistem darah dan enzimmatik.

Perbedaan kandungan logam Pb, Cu dan Zn pada daging dan cangkang disebabkan oleh kebutuhan dan kemampuan dari kerang tersebut dalam memproses setiap apa yang masuk ke dalam tubuhnya. Ernawati (2000) menyatakan daging dan cangkang moluska merupakan bagian tubuh hewan yang banyak mengakumulasi logam di perairan sehingga akumulasi yang tinggi berhubungan erat dengan sifatnya sebagai hewan dasar yang mengambil makanan dengan cara menyaring air atau *filter feeder*.

3. Kandungan Logam Pb, Cu dan Zn pada Daging Dengan Ukuran Tubuh yang Berbeda.

Kandungan Pb daging lebih tinggi terdapat pada ukuran sedang ($1,16 \mu\text{g/g}$) dan terendah terdapat pada ukuran besar ($0,90 \mu\text{g/g}$). Cu daging tertinggi terdapat pada ukuran besar ($24,57 \mu\text{g/g}$) dan terendah terdapat pada ukuran sedang ($10,45 \mu\text{g/g}$). Zn daging lebih tinggi pada ukuran besar ($1619,17 \mu\text{g/g}$) dan terendah pada ukuran kecil ($1001,79 \mu\text{g/g}$) (Tabel 3).

Tabel 3. Kandungan Logam Pb, Cu dan Zn (Rata-rata \pm Standar Deviasi) pada Daging Dengan Ukuran Tubuh Kerang Kepah (*M. meretrix*)

Ukuran (mm)		Kandungan Logam ($\mu\text{g/g}$)		
		Pb	Cu	Zn
Besar	(37-45)	$0,90 \pm 0,38$	$24,57 \pm 7,66$	$1619,17 \pm 229,63$
Sedang	(24-31)	$1,16 \pm 0,24$	$10,45 \pm 3,09$	$1052,86 \pm 331,08$
Kecil	(18-23)	$1,13 \pm 0,37$	$23,80 \pm 15,92$	$1001,79 \pm 104,43$
Rata-rata		$1,06 \pm 0,33$	$19,6 \pm 8,89$	$1224,6 \pm 221,71$

Sumber: Data Primer

Pada umumnya kandungan logam berat akan terakumulasi lebih banyak pada kerang ukuran besar dan biasanya besar ukuran kerang akan menentukan umur kerang tersebut. Kandungan logam berat pada daging dapat berbeda menurut ukuran disebabkan beberapa faktor salah satunya adalah faktor lingkungan. Lingkungan akan sangat mendukung jumlah logam yang akan diserap oleh kerang kepah melihat dari sifat makan kerang kepah yaitu *filter feeder*. Mekanisme masuknya logam berat melewati membrane, transport dengan perantara organ pengangkut dan penyerapan oleh sel (Frank dalam Sanusi, 2013).

4. Kandungan Logam Pb, Cu dan Zn pada Cangkang Dengan Ukuran Tubuh yang Berbeda.

Pb cangkang tertinggi terdapat pada ukuran besar ($5,50 \mu\text{g/g}$) dan terendah pada ukuran kecil ($1,97 \mu\text{g/g}$). Cu cangkang tertinggi terdapat pada ukuran besar ($12,33 \mu\text{g/g}$) dan terendah terdapat pada ukuran sedang ($12,19 \mu\text{g/g}$). Zn cangkang tertinggi terdapat pada ukuran kecil ($434,58 \mu\text{g/g}$) dan terendah terdapat pada ukuran besar ($352,15 \mu\text{g/g}$) (Tabel 4).

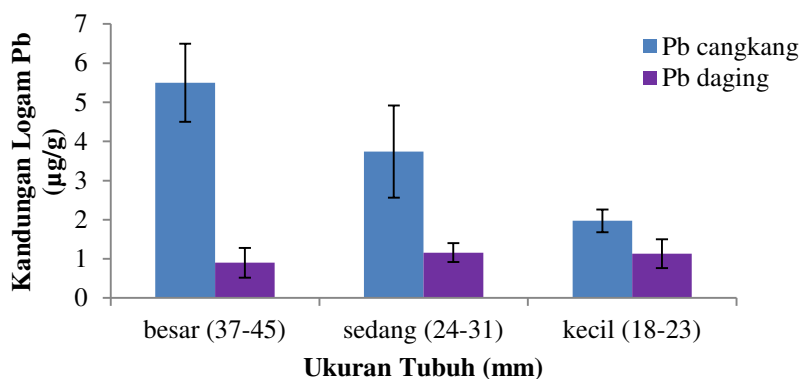
Tabel 4. Kandungan Logam Pb, Cu dan Zn (Rata-rata \pm Standar Deviasi) pada Cangkang Dengan Ukuran Tubuh Kerang Kepah (*M. meretrix*)

Ukuran (mm)		Kandungan Logam ($\mu\text{g/g}$)		
		Pb	Cu	Zn
Besar	(37-45)	5,50 \pm 1,00	12,33 \pm 0,74	352,15 \pm 79,19
Sedang	(24-31)	3,74 \pm 1,18	12,19 \pm 0,51	411,29 \pm 83,98
Kecil	(18-23)	1,97 \pm 0,29	12,22 \pm 0,88	434,58 \pm 237,85
Rata-rata		3,73 \pm 0,82	12,24 \pm 0,71	399,34 \pm 133,67

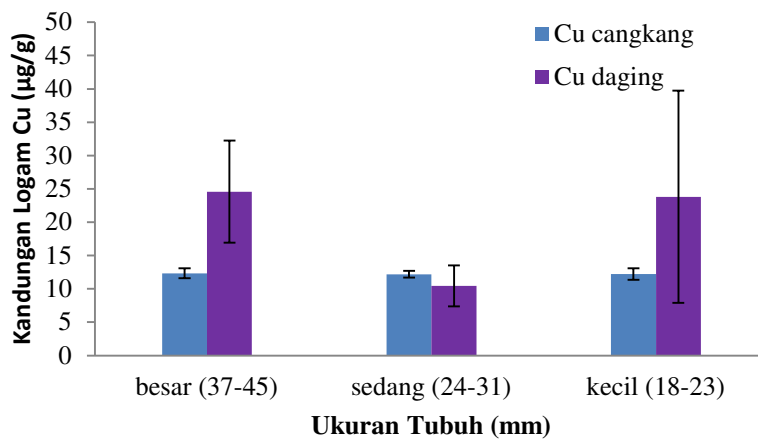
Sumber: Data Primer

Dari hasil analisis kandungan logam berat selama penelitian didapat bahwa Zn cangkang lebih tinggi kandungannya pada ukuran kecil dibanding ukuran besar. Hal seperti ini telah diteliti oleh beberapa penelitian salah satunya Tampubolon (2013) yang melakukan penelitian pada *M. meretrix* menemukan bahwa logam Pb lebih tinggi terdapat pada cangkang ukuran kecil; Aunorohim (2006) menyatakan bahwa bioakumulasi logam Cd juga cenderung menurun seiring dengan meningkatnya ukuran cangkang pada *A. inadequate* di Kenjeran dan Kangean; dan Inswiasari (1995) menyatakan bahwa kadar kadmium dan merkuri yang terdapat dalam kerang hijau selalu menurun seiring dengan naiknya ukuran kerang. Hal ini diduga karena adanya tingkat kejenuhan organisme tersebut dalam mengakumulasi logam berat.

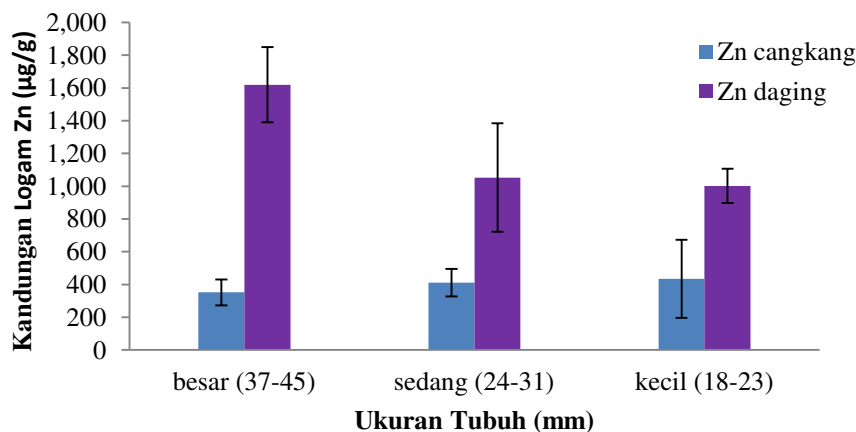
Perbandingan kandungan logam Pb, Cu dan Zn pada daging dan cangkang kerang kepah (*M. meretrix*) dengan ukuran yang berbeda dapat dilihat pada Gambar 1, 2 dan 3.



Gambar 1. Grafik Kandunagn Logam Pb (Rata-rata \pm Standar Deviasi) Pada Kerang Kepah (*M. meretrix*) di Perairan Bagan Asahan



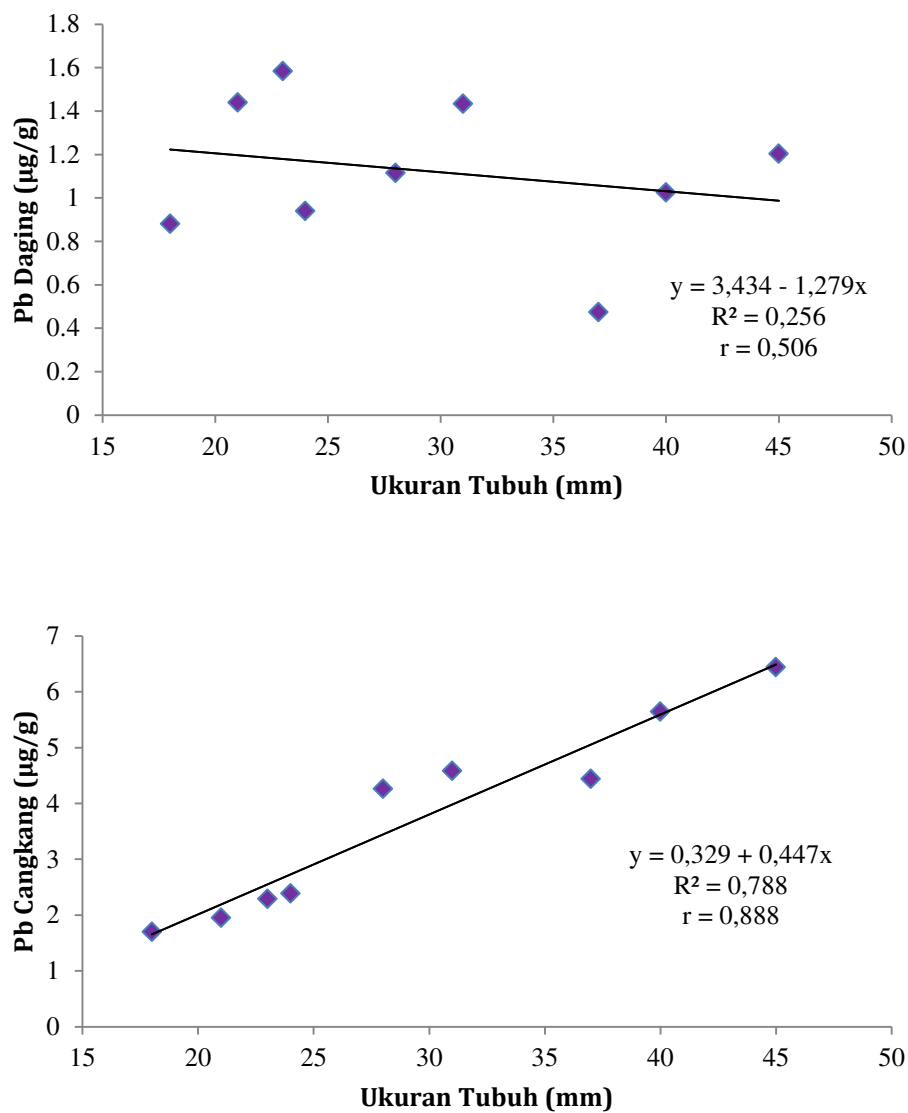
Gambar 3. Grafik Kandungan Logam Cu (Rata-rata \pm Standar Deviasi) Pada KerangKepah (*M. meretrix*) di Perairan Bagan Asahan



Gambar 4. Grafik Kandungan Logam Zn (Rata-rata \pm Standar Deviasi) pada KerangKepah (*M. meretrix*) di Perairan Bagan Asahan

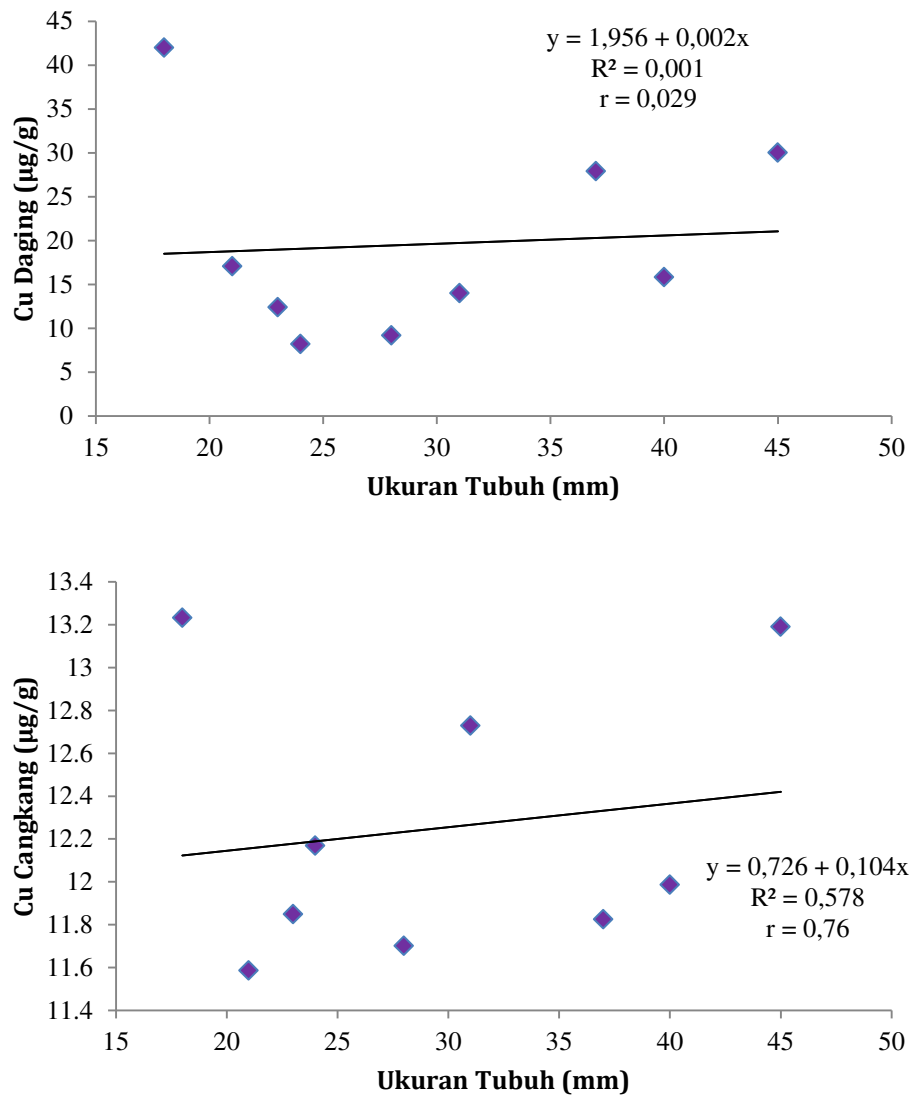
5. Hubungan Kandungan Logam Pb, Cu dan Zn pada Daging dan Cangkang Dengan Ukuran Tubuh

Pada logam Pb memiliki korelasi negatif ditunjukkan dengan persamaan $y = 3,434 - 1,279x$. Nilai determinasi (R^2) yang diperoleh 0,256 dan keeratan hubungan koefisien korelasi (r) 0,506 atau hubungan sedang. Pb cangkang memiliki nilai korelasi positif ditunjukkan dari persamaan $y = 0,329 + 0,447x$. Nilai determinasi (R^2) yang diperoleh 0,788 dan keeratan hubungan koefisien korelasi (r) 0,888 atau hubungan kuat (Gambar 5).



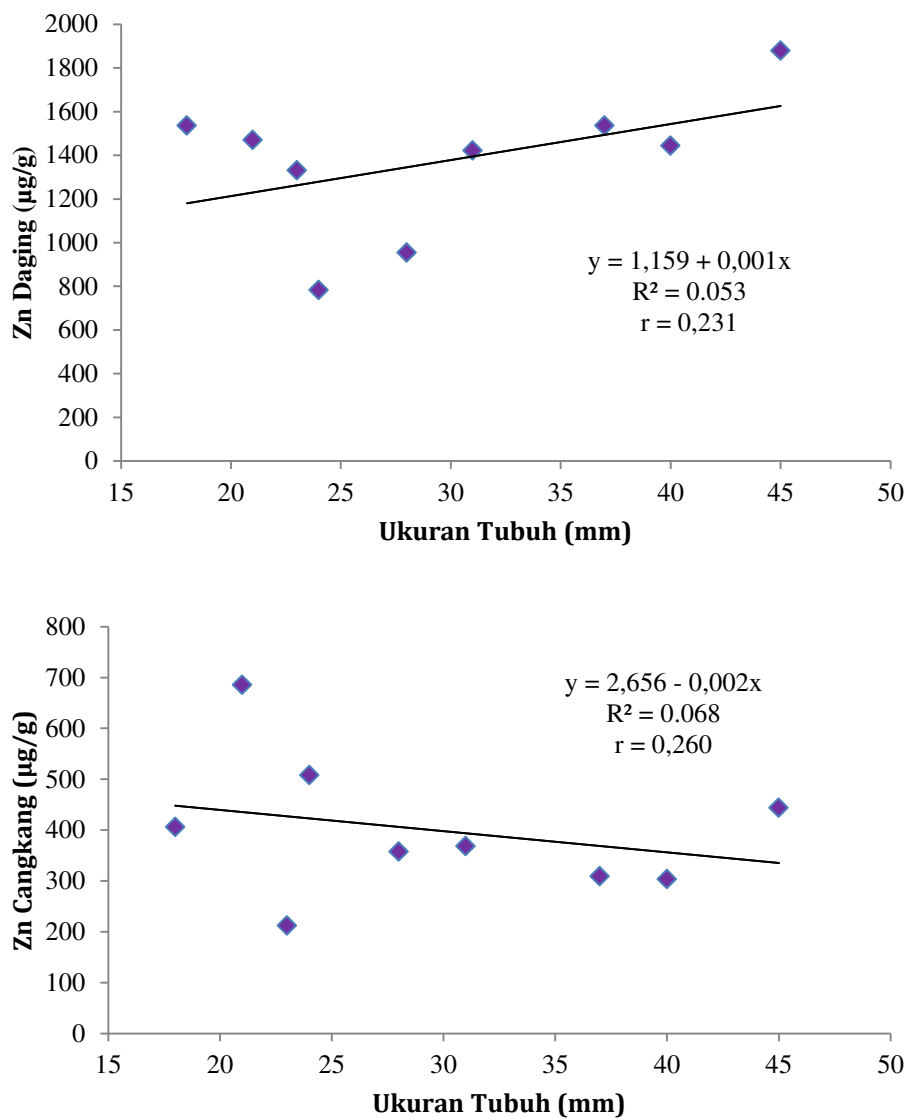
Gambar 5. Grafik Hubungan Kandungan Logam Pb pada Cangkang dan Daging Kerang Kepah (*M. meretrix*) Dengan Ukuran Tubuh

Bentuk hubungan Cu terhadap ukuran daging kepah berkorelasi negatif, ditunjukkan pada persamaan $y = 1,956 + 0,002x$. Nilai determinasi (R^2) diperoleh 0,001 dan keeratan hubungan koefisien korelasi (r) 0,029 atau berhubungan sangat lemah. Cu terhadap ukuran cangkang memiliki nilai korelasi positif juga dengan persamaan $y = 0,726 + 0,104x$. Nilai determinasi (R^2) 0,578 dan keeratan hubungan koefisien korelasi (r) 0,76 atau hubungan yang kuat.



Gambar 6. Grafik Hubungan Kandungan Logam Cu pada Cangkang dan Daging Kerang Kepah (*M. meretrix*) Dengan Ukuran Tubuh

Kandungan logam Zn terhadap ukuran daging kepah memiliki nilai korelasi yang positif, $y = 1,159 + 0,001x$. Nilai determinasi (R^2) 0,053 dan keeratan hubungan koefisien korelasi (r) 0,231 atau hubungan lemah. Untuk Zn terhadap ukuran cangkang mempunyai nilai korelasi negatif, $y = 2,656 - 0,002x$. Nilai determinasi (R^2) 0,068 dan keeratan hubungan koefisien korelasi (r) sebesar 0,26 atau hubungan lemah.



Gambar 7. Grafik Hubungan Kandungan Logam Zn pada Cangkang dan Daging Kerang Kepah (*M. meretrix*) Dengan Ukuran Tubuh.

Dari hasil penelitian, diketahui bahwa Pb daging dan Zn cangkang menunjukkan nilai korelasi negatif. Hasil analisis regresi linear yang negatif didukung dengan pernyataan Latouch dan Mix dalam Tampubolon (2013), menyatakan bahwa tidak ada kesepakatan umum mengenai bagaimana ukuran mempengaruhi kandungan logam berat. Dengan kata lain tidak selamanya ukuran akan mempengaruhi kandungan logam berat, ada banyak faktor yang dapat dipertimbangkan dalam menentukan kandungan logam berat pada tubuh kerang.

6. Kelayakan Konsumsi Kerang Kepah (*M. meretrix*) di Perairan Bagan Asahan

Hasil perhitungan PTWI (*Provisional Tolerable Intake*) kepah di perairan Bagan Asahan pada logam Pb, Cu dan Zn akan tercapai apabila masyarakat dengan berat badan 70 kg mengkonsumsi kepah sebanyak 6,25 kg/minggu untuk Pb, 49,97 kg/minggu untuk Cu dan 1,42 kg/minggu untuk Zn. Dengan demikian masih bisa dikatakan bahwa kepah yang terdapat di perairan Bagan Asahan ini masih aman dan layak untuk dikonsumsi selama tidak melampaui batas yang telah ditetapkan tersebut.

7. Perbandingan Rata-rata Logam Berat Pb, Cu dan Zn pada Kerang Kepah (*M. meretrix*) dengan Beberapa Penelitian pada Bivalva dari Perairan Lain

Perbandingan hasil analisis kandungan logam Pb, Cu dan Zn pada kerang kepah (*M. meretrix*) di perairan Bagan Asahan dengan kandungan logam Pb, Cu dan Zn pada jenis bivalva lain dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Perbandingan Logam Berat Pb, Cu dan Zn pada beberapa Biota dari Perairan Lain.

Perairan	Biota	Kandungan Logam $\mu\text{g/g}$			Referensi
		Pb	Cu	Zn	
Selat Panjang Muara Sungai Asahan	<i>G. coaxans</i>	1,94	26,29	47,28	Pardosi (2010)
Batubara	<i>A. granosa</i>	1,41	10,01	-	Wulansari (2010)
Bagan Siapi-api	<i>A. inflata</i>	0,89	2,17	-	Donyo (2012)
Concong Luar	<i>A. granosa</i>	1,32	20,51	-	Syahputra (2012)
Batubara	<i>A. granosa</i>	3,24	8,17	9,09	Priansyah (2012)
Bagan Asahan	<i>M. meretrix</i>	1,68	4,02	54,8	Tampubolon (2013)
	<i>M. meretrix</i>	1,06	19,6	1224,6	Silalahi (2014) [@]

@ penelitian ini

Dari Tabel 5 dapat dilihat perbandingan konsentrasi Pb dan Cu lebih tinggi di perairan PT. Marcopolo Batam sedangkan untuk logam Zn lebih tinggi pada penelitian ini. Perbedaan kandungan logam berat pada suatu perairan sangat dipengaruhi oleh lingkungan perairan tersebut, seperti kegiatan industry, transportasi, pelabuhan, kegiatan rumah tangga dan kegiatan manusia lainnya yang dapat mempengaruhi timbulnya logam disuatu perairan.

KESIMPULAN DAN SARAN

1. Kesimpulan

Kandungan logam berat Pb, Cu dan Zn pada kepah didapat hasil yang berbeda antara daging dan cangkang. Logam Pb tertinggi terdapat dalam cangkang, sedangkan yang terendah terdapat dalam daging. Untuk Cu dan Zn tertinggi terdapat dalam daging, sedangkan terendah terdapat dalam cangkang.

Hasil uji regresi sederhana menunjukkan ukuran Pb pada daging dan Zn pada cangkang kepah berkorelasi negatif. Ukuran kepah tidak berpengaruh terhadap jumlah logam berat dalam tubuh kepah tersebut.

Berdasarkan perhitungan PTWI, maka kepah yang berasal dari perairan Bagan Asahan masih layak untuk dikonsumsi selama tidak melebihi batas yang telah ditentukan.

2. Saran

Penelitian ini menganalisis kandungan logam berat pada daging dan cangkang kepah, untuk itu perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan menganalisis kandungan logam berat pada bagian tubuh lainnya seperti alat pencernaan dan dengan sampel yang lebih banyak lagi.

DAFTAR PUSTAKA

- Amin, B. 2006. Distribusi Logam Berat Pb, Cu dan Zn pada Sedimen di Zona Intertidal Perairan Dumai. *Ilmu Perairan*, 4(2):10-16.
- Aunorohim, G. Radenac, D. Fichet. 2006. Konsentrasi Logam Berat pada Makro Fauna Benthik di Kepulauan Kangean Madura. *Berkala Penelitian Hayati*. 12(1):79-85.
- Ernawati. 2000. Kerang Bulu (*A. inflata*) Sebagai Bioindikator Pencemaran Logam Berat Timbal (Pb) dan Cadmium (Cd) di Muara Sungai Asahan. Tesis. Program Pascasarjana. Universitas Sumatera Utara.
- Inwiasri., Lubis, A., Tugaswaty, A, T. 1995. Kandungan Logam Berat Kadmium dalam Biota Laut Jenis Kerang-kerangan dari Teluk Jakarta. **Majalah Cermin Dunia Kedokteran no 102.**
- Jalaludin, M, N. Dan Ambeng. 2005. Analisis Logam Berat (Pb, Cu dan Cr) pada Kerang Laut (*Hiatula chinesis*, *Anadara granosa* dan *Macia optima*). *Jurnal Marina Chimica Acta*. 6(2):17-20.
- Japaruddin, J. 2010. Kandungan Logam Berat Cd, Cu, Pb dan Zn Pada Daging dan Tulang Ikan Gulama (*Sciaena russelli*) Dengan Ukuran Yang Berbeda di Perairan Dumai. Skripsi. Pekanbaru. Faperika Universitas Riau. (Tidak diterbitkan).
- Rudiyanti, S. 2007. Biokonsentrasi Kerang Darah (*Anadara granosa*) terhadap Logam Berat Cadmium (Cd) yang Terkandung Dalam Media Pemeliharaan yang Berasal dari Perairan Kaliwungu, Kendal. *Jurnal Penelitian*. Universitas Diponegoro Semarang. 12 Hal.

- Sanusi, H. S. 2006. Kimia Laut. Proses Fisika Kimia dan Interaksinya dengan Lingkungan. Prartono T, Supriyono E., Editor. Institut Pertanian Bogor. 188 Hlm.
- Tampubolon, D. G. 2013. Analisis Kandungan Logam Berat Pb, Cu dan Zn pada Daging dan Cangkang Kerang Kepah (*M. meretrix*) di Perairan Batubara Sumatera Utara. Skripsi Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Riau. Pekanbaru. (Tidak diterbitkan).
- Yap, C. K. Ismail, A. Tan, S. G. and Umar, H. 2003. Concentration of Cu and Pb in the Offshore and Intertidal Sediments of the West Coast of Penansular Malaysia. Environment International. 20:267-479.